

СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА ПОСЛЕ ИПД

Чурбаева Э.Р., Сахно И.А., Юровских А.С., Гурьевских Д.Н.

Руководитель – проф., д.т.н. Мальцева Л.А.

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,
620002, г. Екатеринбург, Россия, ул. Мира, 19
mla44@mail.ru

Интенсивная пластическая деформация позволяет получать материалы с уникальными технологическими свойствами. Исследования проводились на безуглеродистых высоколегированных сталях аустенитного класса на Fe-Cr-Ni основе с дополнительным легированием Mo, Co, Ti и Al. Исследуемые аустенитные стали повышенной технологичности, обладают в закаленном состоянии высокими пластичностью и вязкостью, что позволяет проводить интенсивную пластическую деформацию (ИПД) как волочением, так и сдвигом под давлением с большими суммарными степенями обжатия при сохранении удовлетворительной пластичности.

Интенсивную пластическую деформацию (ИПД) сдвигом исследуемых сталей проводили на наковальнях Бриджмена сжатием при давлениях 5 и 8 ГПа как с одновременным сдвигом на 5 оборотов, так и без сдвига. Для получения длинномерных заготовок с возможностью формирования субмикрокристаллической структуры, исследуемые стали подвергали интенсивным пластическим деформациям волочением с чрезвычайно высокими степенями обжатия $e = 4...5$.

Целью данной работы являлось изучение эволюции структуры при интенсивной пластической деформации (ИПД) волочением и кручением под давлением, исследование механизмов деформационного фрагментирования субструктуры исследуемых аустенитных сталей. Также в данной работе изучался вопрос влияния термической обработки (старения) после ИПД на дальнейшее формирование свойств предположительного будущего изделия или полуфабриката. В связи с этим было проведено электронно-микроструктурное, рентгеноструктурное и дюрOMETрическое исследования продеформированных образцов.

Деформация при давлениях 5 и 8 ГПа приводила к частичному $\gamma \rightarrow \alpha$ превращению, с ростом давления увеличивалось и количество мартенсита от 30 до 44 % соответственно. Оказалось, что чем больше величина приложенного давления, тем выше твердость аустенитных сталей.

Как показали электронно-микроструктурные исследования, давление создает в структуре высокое упругое поле напряжений, которое обусловлено возникновением высокой плотности дислокаций.

Наблюдаются изгибы решетки, на которые указывают экстинкционные полосы. Кроме того на микродифракциях появляются дифракционные рефлексы α -фазы. Однако в структуре превалирует γ -фаза. Использование ИПД при давлении 5 и 8 ГПа с кручением ($n = 5$ оборотов) приводит к усилению мартенситного превращения и, как следствие, к увеличению доли мартенсита, что, в свою очередь, способствует росту микротвердости.

Развивается процесс фрагментации кристаллов мартенсита, сопровождающийся уменьшением размеров фрагментов от 50 до 250 нм и увеличением степени их разориентировки относительно друг друга. Внутри фрагментов наблюдается сетчатая дислокационная субструктура. В результате такой деформации возникает неоднородная структура. Полное кольцо на дифракционных картинах свидетельствует о возникновении наноструктурного состояния. Подавляющее количество ОЦК-фазы в исследуемых аустенитных сталях обнаруживается при давлении $P = 8$ ГПа и $n = 5$ оборотов. ИПД приводит к существенному повышению микротвердости более чем в 2,5 раза по сравнению с исходным состоянием.

Мартенситное $\gamma \rightarrow \alpha$ превращение протекает гораздо интенсивнее при растяжении, чем при сжатии, т.к. образование мартенсита сопровождается увеличением объема, а приложение сжимающих напряжений препятствует этому превращению. Поэтому изучалась эволюция структуры исследуемых сталей и в процессе холодной пластической деформации волочением. Следует отметить, что провести подобную деформацию оказалось возможным в результате высокой технологичности исследуемых сталей, ввиду особенностей их легирования, а также в результате протекающего трип-эффекта при $\gamma \rightarrow \alpha$ превращении. Воздействие ИПД волочением приводит к формированию субмикро- и нанокристаллических структур преимущественно с большеугловыми границами.

Старение образцов исследуемой стали после ИПД приводит к существенному возрастанию микротвердости. Структурные составляющие стали деформированной и состаренной стали представляют собой ОЦК и ГЦК фазы. Основным механизмом старения в интервале температур 500...650 °С является гетерогенное выделение интерметаллидных фаз из ОЦК-твёрдого раствора. Увеличение температуры и времени старения (650 °С, 2 ч) приводит к некоторому подрастанию размеров выделившейся интерметаллидной фазы. После старения при температуре 650 °С на электронограммах появляются сверструктурные рефлексы, принадлежащие уже подросшим частицам интерметаллидной фазы NiAl.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых (МК-4474.2009.8) и программы «У.М.Н.И.К.».

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.